

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-116893

(43)Date of publication of application : 22.04.2003

(51)Int.Cl.

A61F 2/60

A61F 2/68

(21)Application number : 2001-320430

(71)Applicant : HONDA MOTOR CO LTD

(22)Date of filing : 18.10.2001

(72)Inventor : ASHIHARA ATSUSHI  
KATO HISASHI

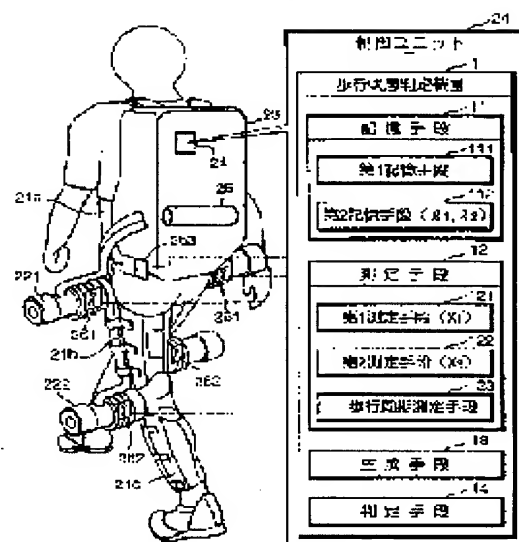
## (54) DEVICE AND METHOD FOR JUDGING WALKING STATE

(57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a device and a method capable of surely and easily judging a walking state regardless of the difference in landing portions of toes or the difference in lengths of legs of walkers.

**SOLUTION:** According to the device 1, a measurement means 12 measures parameters indicating a displacing amount of the lower part of legs of a walker. Also, a first storage means 121 stores and holds patterns of plotting in a judging space and a walking state of the walker so that they are correlated. Further, a generating means 13 generates plots specified by the parameters measured by a measuring means 11 in the judging space. A judging means 14 judges a walking state of the walker on the basis of the pattern of plotting which is stored in the means 121 so as to be correlated to the walking state and the patterns of plotting generated by the means 13.

FIG 1



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

28.11.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-116893

(P2003-116893A)

(43)公開日 平成15年4月22日(2003.4.22)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

A 6 1 F 2/60  
2/68

識別記号

F I

A 6 1 F 2/60  
2/68

テーマコード\*(参考)

4 C 0 9 7

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 8 頁)

(21)出願番号 特願2001-320430(P2001-320430)

(22)出願日 平成13年10月18日(2001.10.18)

(71)出願人 000005326

本田技研工業株式会社

東京都港区南青山二丁目1番1号

(72)発明者 芦原 淳

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

(72)発明者 加藤 久

埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会  
社本田技術研究所内

(74)代理人 100077805

弁理士 佐藤 辰彦 (外1名)

Fターム(参考) 4C097 BB02 CC07 MM09 TB03 TB17

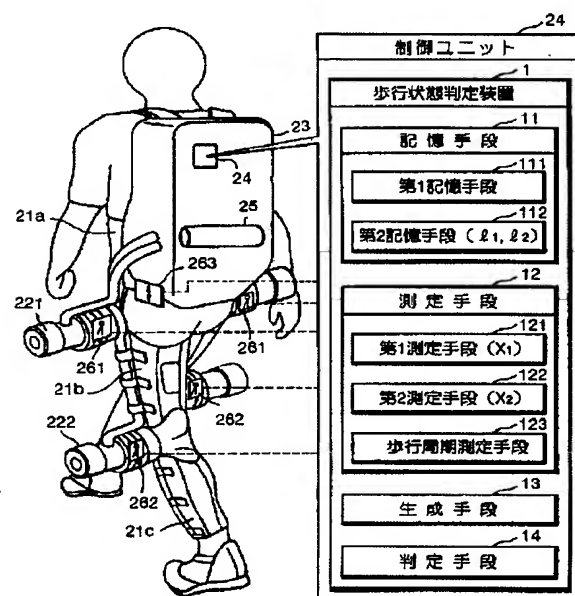
(54)【発明の名称】 歩行状態判定装置及び方法

(57)【要約】

【課題】歩行者の足裏における着床箇所の相違や脚体の長短に関わらず、歩行状態を簡易且つ的確に判定可能な装置及び方法を提供する。

【解決手段】本装置1によれば、測定手段12が歩行者の脚体下端部の変位量を表すパラメータを測定する。また、第1記憶手段121がパラメータに対応する判定空間におけるプロットのパターンと歩行者の歩行状態とを対応付けて記憶保持している。さらに、生成手段13が判定空間において測定手段11により測定されたパラメータにより特定されるプロットを生成する。そして、判定手段14が第1記憶手段121により歩行状態と対応付けられて記憶保持されているプロットのパターンと生成手段13により生成されたプロットのパターンとに基づき歩行者の歩行状態を判定する。

FIG. 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数の脚体を有する歩行者の歩行状態を判定する装置であって、  
前記歩行者の脚体下端部の変位量を表すパラメータを測定する測定手段と、  
該パラメータに対応する判定空間におけるプロットのパターンと、該歩行者の歩行状態とを対応付けて記憶保持する第 1 記憶手段と、  
該判定空間において、該測定手段により測定されたパラメータにより特定されるプロットを生成する生成手段と、  
第 1 記憶手段により歩行状態と対応付けられて記憶保持されているプロットのパターンと、該生成手段により生成されたプロットのパターンとの比較に基づいて該歩行者の歩行状態を判定する判定手段とを備えていることを特徴とする歩行状態判定装置。

【請求項 2】第 1 記憶手段は前記プロットのパターンとして前記判定空間におけるプロットの形状パターンを記憶保持し、前記判定手段は第 1 記憶手段により記憶保持されている形状パターンと、前記生成手段により生成されたプロットの形状パターンとの同否又は類否判断に基づいて前記歩行者の歩行状態を判定することを特徴とする請求項 1 記載の歩行状態判定装置。

【請求項 3】第 1 記憶手段は前記プロットのパターンとして前記判定空間におけるプロットの存在パターンを記憶保持し、前記判定手段は第 1 記憶手段により記憶保持されている存在パターンと、前記生成手段により生成されたプロットの存在パターンとの同否又は類否判断に基づいて前記歩行者の歩行状態を判定することを特徴とする請求項 1 記載の歩行状態判定装置。

【請求項 4】前記測定手段は前記歩行者の脚体の長さ、脚体上端部及び脚体下端部の高低差との差を第 1 パラメータとして測定する第 1 測定手段を備え、  
前記判定手段は前記判定空間におけるプロットが、第 1 パラメータが所定閾値未満の低域にあるという存在パターンのとき該歩行者が通常歩行状態であると判定し、第 1 パラメータが該所定閾値以上の高域にあるという存在パターンのとき該歩行者が傾斜歩行状態であると判定することを特徴とする請求項 3 記載の歩行状態判定装置。

【請求項 5】前記測定手段は前記歩行者の脚体上端部に対する脚体下端部の前後位置を第 2 パラメータとして測定する第 2 測定手段を備え、  
前記判定手段は該歩行者が前記傾斜歩行状態にあると判定した場合、前記判定空間におけるプロットが、第 2 パラメータが正閾値以上の所定正域にあるという存在パターンのとき上昇歩行状態であると判定し、第 2 パラメータが負閾値以下の所定負域にあるという存在パターンのとき下降歩行状態であると判定することを特徴とする請求項 4 記載の歩行状態判定装置。

【請求項 6】前記歩行者の脚体の関節間距離を記憶保持

する第 2 記憶手段と、該脚体の関節角度を測定する角度センサとを備え、第 1 及び第 2 測定手段は、第 2 記憶手段により記憶保持されている脚体の関節間距離と、該角度センサにより測定される関節角度とに基づいて第 1 及び第 2 パラメータを測定することを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の歩行状態判定装置。

【請求項 7】前記判定手段は前記歩行者の直前回の歩行周期にわたり前記生成手段により生成された一連のプロットに基づいて該歩行者の歩行状態を判定することを特徴とする請求項 1、2、3、4、5 又は 6 記載の歩行状態判定装置。

【請求項 8】前記歩行者の脚体の上部の鉛直加速度を測定する加速度センサと、  
該加速度センサにより測定される鉛直加速度に基づいて該歩行者の歩行周期を測定する歩行周期測定手段とを備えていることを特徴とする請求項 7 記載の歩行状態判定装置。

【請求項 9】複数の脚体を有する歩行者の歩行状態を判定する方法であって、

前記歩行者の脚体下端部の変位量を表すパラメータを測定する測定ステップと、該パラメータに対応する判定空間におけるプロットのパターンと、該歩行者の歩行状態とを対応付ける対応付けステップと、  
該判定空間において、該測定ステップにおいて測定されたパラメータにより特定されるプロットを生成する生成ステップと、  
該対応付けステップにおいて歩行状態と対応付けられたプロットのパターンと、該生成ステップにおいて生成されたプロットのパターンとの比較に基づいて該歩行者の歩行状態を判定する判定ステップとを備えていることを特徴とする歩行状態判定方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、複数の脚体を有する歩行者の歩行状態を判定する装置及び方法に関する。

【0002】

【従来の技術】筋力が低下した者の歩行を補助する装置が使用される場合、当該装置による適切な歩行補助のためにはその者が平地を歩行しているか階段を上り下りしているか等の歩行状態を的確に判定する必要がある。そこで、特開平 7-163607 号公報等において、圧力センサにより測定される歩行者の足裏の圧力に基づいて歩行状態を判定する方法が提案されている。また、特開 2000-325329 号公報等において、歩行者の脚体の角度に基づいて歩行状態を判定する方法が提案されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、足裏の圧力に基づく判定方法によれば、特に階段の上り下りに際して生じがちな事態であるが、足裏のうち圧力センサが設け

られている部分が着床されず、歩行状態が誤判定されるおそれがある。例えば、踵部分に圧力センサが設けられているにも関わらず爪先部分で着床するような場合である。また、履物の底部の形状によって足裏への圧力の分布が相違するため、同様に歩行状態が誤判定されるおそれがある。さらに、底部に圧力センサが設けられた履物を使用される場合、この履物の着脱のたびに圧力センサと歩行状態判定用の演算処理装置等とを通信線や電線により接続したり、接続を解除する作業が必要となり、歩行者に煩わしさを感じさせるおそれがある。

【0004】一方、脚体の角度に基づく判定方法によれば、歩行者の脚体の長短のため歩行状態が的確に判定されないおそれがある。例えば、同一の階段でも脚体の長さにより歩行時の大腿部の上げ具合が相違するため、小柄な歩行者については階段を歩行していると判定されるにも関わらず、長身の歩行者については平地を歩行していると誤判定されるおそれがある。

【0005】特に歩行補助装置においては、歩行状態の誤判定は歩行者に付与される補助力の過大又は過少をもたらし、当該歩行に支障をきたすことになる。

【0006】そこで、本発明は歩行者の足裏における着床箇所の相違や脚体の長短に関わらず、歩行状態を簡易且つ的確に判定可能な装置及び方法を提供することを解決課題とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】前記課題を解決するための本発明の歩行状態判定装置は、前記歩行者の脚体下端部の変位量を表すパラメータを測定する測定手段と、該パラメータに対応する判定空間におけるプロットのパターンと、該歩行者の歩行状態とを対応付けて記憶保持する第1記憶手段と、該判定空間において、該測定手段により測定されたパラメータにより特定されるプロットを生成する生成手段と、第1記憶手段により歩行状態と対応付けられて記憶保持されているプロットのパターンと、該生成手段により生成されたプロットのパターンとの比較に基づいて該歩行者の歩行状態を判定する判定手段とを備えていることを特徴とする。

【0008】前記課題を解決するための本発明の歩行状態判定方法は、前記歩行者の脚体下端部の変位量を表すパラメータを測定する測定ステップと、該パラメータに対応する判定空間におけるプロットのパターンと、該歩行者の歩行状態とを対応付ける対応付けステップと、該判定空間において、該測定ステップにおいて測定されたパラメータにより特定されるプロットを生成する生成ステップと、該対応付けステップにおいて歩行状態と対応付けられたプロットのパターンと、該生成ステップにおいて生成されたプロットのパターンとの比較に基づいて該歩行者の歩行状態を判定する判定ステップとを備えていることを特徴とする。

【0009】本発明において測定される脚体下端部の変

位量は、主として平地か階段であるか等の歩行場所に依存し、歩行者の足裏における着床箇所の相違や脚体の長短にはほとんど依存しない。このため、当該変位量を表すパラメータにより特定される判定空間のプロットのパターンは、歩行者の足裏における着床箇所の相違や脚体の長短に関わらず同一歩行状態では略同一となる。また、圧力測定のように特殊な履物の着脱に伴う配線の接続・解除という煩雑さを伴わない。従って、本発明によれば、歩行者の足裏における着床箇所の相違や脚体の長短に関わらず、判定空間におけるプロットのパターンに基づいて歩行状態を簡易且つ的確に判定することができる。

【0010】また、第1記憶手段は前記プロットのパターンとして前記判定空間におけるプロットの形状パターンを記憶保持し、前記判定手段は第1記憶手段により記憶保持されている形状パターンと、前記生成手段により生成されたプロットのパターンとの同否又は類否判断に基づいて前記歩行者の歩行状態を判定することを特徴とする。

20 【0011】本発明によれば、「形状パターン」即ちプロットが判定空間に描く形状のパターンに基づいて歩行状態を判定することができる。

【0012】さらに、第1記憶手段は前記プロットのパターンとして前記判定空間におけるプロットの存在パターンを記憶保持し、前記判定手段は第1記憶手段により記憶保持されている存在パターンと、前記生成手段により生成されたプロットの存在パターンとの同否又は類否判断に基づいて前記歩行者の歩行状態を判定することを特徴とする。

30 【0013】本発明によれば、「存在パターン」即ちプロットが判定空間のどの領域に存在するかというパターンに基づいて歩行状態を判定することができる。

【0014】また、前記測定手段は前記歩行者の脚体の長さ、脚体上端部及び脚体下端部の高低差との差を第1パラメータとして測定する第1測定手段を備え、前記判定手段は前記判定空間におけるプロットが、第1パラメータが所定閾値未満の低域にあるという存在パターンのとき該歩行者が通常歩行状態であると判定し、第1パラメータが該所定閾値以上の高域にあるという存在パターンのとき該歩行者が傾斜歩行状態であると判定することを特徴とする。

40 【0015】さらに、前記測定手段は前記歩行者の脚体上端部に対する脚体下端部の前後位置を第2パラメータとして測定する第2測定手段を備え、前記判定手段は該歩行者が前記傾斜歩行状態にあると判定した場合、前記判定空間におけるプロットが、第2パラメータが正閾値以上の所定正域にあるという存在パターンのとき上昇歩行状態であると判定し、第2パラメータが負閾値以下の所定負域にあるという存在パターンのとき下降歩行状態であると判定することを特徴とする。

【0016】本発明によれば、詳細は後述するが、第1、第2パラメータにより表され、判定空間のプロットの存在パターンに反映される脚体下端部の変位量の定性的考察に基づき、歩行状態を的確に判定することができる。

【0017】なお「通常歩行状態」とは平地、傾斜の緩やかな坂道、又は段差の低い階段を歩行している状態を意味する。また「傾斜歩行状態」とは傾斜の急な坂道、又は段差が高い階段を歩行している状態を意味する。ここで坂道の傾斜の緩急又は階段の段差の高低の区分は

「所定閾値」の設定により決定される。

【0018】また、本発明は、前記歩行者の脚体の関節間距離を記憶保持する第2記憶手段と、該脚体の関節角度を測定する角度センサとを備え、第1及び第2測定手段は、第2記憶手段により記憶保持されている脚体の関節間距離と、該角度センサにより測定される関節角度とに基づいて第1及び第2パラメータを測定することを特徴とする。

【0019】本発明によれば、後述のように脚体の関節間距離及び関節角度と、簡単な幾何学的考察に基づいて第1、第2パラメータを測定することができる。

【0020】前記判定手段は前記歩行者の直前回の歩行周期にわたり前記生成手段により生成された一連のプロットに基づいて該歩行者の歩行状態を判定することを特徴とする。

【0021】前記歩行者の脚体の上部の鉛直加速度を測定する加速度センサと、該加速度センサにより測定される鉛直加速度に基づいて該歩行者の歩行周期を測定する歩行周期測定手段とを備えていることを特徴とする。

【0022】本発明によれば、判定空間において歩行周期ごとに描かれるプロットのパターンに基づき、歩行者の歩行状態を判定することができる。

【0023】

【発明の実施の形態】本発明の歩行状態判定装置及び方法の実施形態について図面を用い説明する。図1は本実施形態の歩行状態判定装置の構成説明図であり、図2は本実施形態の歩行状態判定方法の手順説明図であり、図3は本実施形態における第1、第2パラメータの測定方法説明図であり、図4は本実施形態における判定空間と歩行状態との対応関係説明図であり、図5は本実施形態における歩行状態判定結果の説明図である。

【0024】図1に示す歩行状態判定装置1は、歩行者である人間に取り付けられて使用される歩行補助装置2の一部を構成する。

【0025】歩行補助装置2は歩行者の腹部、大腿部、脛部に装着されるサポーター21a、21b、21cと、歩行者の腰部にあってサポーター21a、21bを介して股関節回りのトルクを付与する第1アクチュエータ221と、歩行者の膝部にあってサポーター21b、21cを介して膝関節回りのトルクを付与する第2アク

チュエータ222と、歩行者の背中に担がれるバックパック23の中に収納され、アクチュエータ221、222の作動等を制御する制御ユニット24と、同じくバックパック23に収納され、アクチュエータ221、222に電力を供給するバッテリー25とを備えている。

【0026】また、歩行補助装置2は歩行者の腰部にあって股関節角度 $\theta_1$ を測定する第1角度センサ261と、歩行者の膝部にあって膝関節角度 $\theta_2$ を測定する第2角度センサ262と、歩行者の腰部にあって鉛直加速度を測定するGセンサ（加速度センサ）263とを備えている。

【0027】図3に示す脚体モデルに従い、股関節角度 $\theta_1$ は股関節Hを含む鉛直平面に対して長さ $l_1$ の大腿部がなす角度であり、大腿部が当該平面より前方にあるときを正、後方にあるときを負とする角度として定義される。また、膝関節角度 $\theta_2$ は大腿部を含む平面に対して長さ $l_2$ の脛部がなす角度であり、脛部が当該平面より前方にあるときを負、後方にあるときを正とする角度として定義される。

【0028】歩行状態判定装置1はそれぞれ制御ユニット24の一部を構成する記憶手段11と、測定手段12と、生成手段13と、判定手段14とを備えている。

【0029】記憶手段11はROM、RAM等により構成され、判定空間におけるプロットの存在パターン（図4参照）と、歩行状態とを対応付けて記憶保持する第1記憶手段111と、予め測定された歩行者の股関節-膝関節間距離 $l_1$ 、膝関節-足関節距離 $l_2$ を記憶保持する第2記憶手段112とを備えている。

【0030】測定手段12は第1測定手段121と、第2測定手段122と、歩行周期測定手段123とを備えている。

【0031】第1測定手段121は第1角度センサ261、第2角度センサ262、及び第2記憶手段112を構成要素として包含する。そして、第1、第2角度センサ261、262により測定される歩行者の股関節角度 $\theta_1$ 、膝関節角度 $\theta_2$ 及び第2記憶手段112に記憶保持されている関節間距離 $l_1$ 、 $l_2$ に基づき、歩行者の股関節から足関節に至るまでの脚体の長さ $l_1 + l_2$ と、股関節及び足関節の高低差との差（第1パラメータ：図3参照） $x_1$ を測定する。

【0032】第2測定手段122は同じく第1角度センサ261、第2角度センサ262、及び第2記憶手段112を構成要素として包含する。そして、第1、第2角度センサ261、262により測定される歩行者の股関節角度 $\theta_1$ 、膝関節角度 $\theta_2$ 及び第2記憶手段112に記憶保持されている関節間距離 $l_1$ 、 $l_2$ に基づき、歩行者の股関節（脚体上端部）に対する足関節（脚体下端部）の前後位置（第2パラメータ：図3参照） $x_2$ を測定する。

【0033】歩行周期測定手段123はGセンサ263

を構成要素として包含し、Gセンサ263により測定される歩行者の腰部に生じる鉛直加速度の変化に基づき、歩行者の歩行周期を測定する。

【0034】生成手段13はCPU、信号入出力回路、RAM、ROM等により構成され、第1パラメータ $x_1$ 、第2パラメータ $x_2$ に対応する2次元の「判定空間」において後述の「プロット（プロットデータ）」を生成する。

【0035】判定手段14は同様にCPU、信号入出力回路、第1記憶手段111等により構成され、後述のよ 10 うに生成手段13により生成されたプロットの存在パターン、第1記憶手段111により記憶保持されているプ

$$x_1 = l_1 + l_2$$

$$- \{ l_1 \cos \theta_1 + l_2 \cos (\theta_1 - \theta_2) \} \cdots (1)$$

【0039】

$$x_2 = l_1 \sin \theta_1 + l_2 \sin (\theta_1 - \theta_2) \cdots (2)$$

【0040】式(1)、(2)は図3に示す脚体モデルにおける簡単な幾何学的考察に基づいている。第1パラメータ $x_1$ は関節H、K、Aが鉛直線上にある直立状態（図3中点線）との比較で股関節Hに対する足関節Aの 20 高低差の変動量を表す。また、第2パラメータ $x_2$ は直立状態（図3中点線）との比較で股関節Hに対する足関節Aの前後方向の変動量を表す。

【0041】次に、生成手段13が2次元の「判定空間」において第1、第2測定手段121、122により測定された第1、第2パラメータ（ $x_1$ 、 $x_2$ ）により特定される「プロット」を生成する（図2s2）。

【0042】また、歩行周期測定手段123がGセンサ263により測定される腰部に生じる鉛直加速度の変化に基づき直前回の歩行周期が終了したか否かを判断する 30 （図2s3）。具体的には、一方の脚体の着床とこれに続く他方の脚体の着床とに伴い離床時と比して鉛直加速度が2回大きく増大すること、直前回の歩行周期が終了したと判断される。当該判断があるまでの間（図2s3でNO）、第1、第2パラメータ $x_1$ 、 $x_2$ の測定（図2s1）、及びプロット生成（図2s2）が繰り返される。1歩行周期にわたるプロット（ $x_1$ 、 $x_2$ ）の軌跡は図5（a）～図5（c）に示すような曲線を描く。

【0043】直前回の歩行周期が終了したと判断された 40 とき（図2s3でYES）、判定手段14が歩行状態を判定する。この判定に際し、第1記憶手段111が歩行状態と対応付けて記憶保持している存在パターン、即ち、プロットが判定空間のどの領域に存在するかというパターンが用いられる（図4参照）。この対応関係によれば判定空間は第1パラメータ $x_1$ が所定閾値 $c$ （ $>0$ ）未満の「低域」と、所定閾値 $c$ 以上の「高域」とに区分されている。また、判定空間は第2パラメータ $x_2$ が正閾値 $c$ 、（ $>0$ ）以上の「所定正域」と、負閾値 $c$ 、（ $<0$ ）以下の「所定負域」とを含む。そして、プロ

\*プロットの存在パターンとに基づき歩行者の歩行状態を判定する。

【0036】続いて歩行状態判定装置1の機能について図2～図5を用いて説明する。

【0037】まず、第1、第2測定手段121、122が第1、第2パラメータ $x_1$ 、 $x_2$ を測定する（図2s1）。当該測定は、第2記憶手段112により記憶保持されている歩行者の股-膝、膝-足関節間距離 $l_1$ 、 $l_2$ と、第1、第2角度センサ261、262により測定される股、膝関節角度 $\theta_1$ 、 $\theta_2$ とを用い次式(1)、(2)に従って行われる。

【0038】

ットが低域（ $x_1 < c$ ）にのみ存在するパターンが「通常歩行状態」、高域と所定負域との重複領域（ $x_1 \geq c$ 、 $x_2 \leq c$ ）に存在するパターンが「下降歩行状態」、高域と所定正域との重複領域（ $x_1 \geq c$ 、 $x_2 \geq c$ ）に存在するパターンが「上昇歩行状態」にそれぞれ対応付けられている。

【0044】歩行状態判定に際してまず、判定空間の高域（ $x_1 \geq c$ ）におけるプロット（ $x_1$ 、 $x_2$ ）の有無が判定される（図2s4）。図5（a）に示すように全てのプロット（ $x_1$ 、 $x_2$ ）が高域（ $x_1 \geq c$ ）になく、低域（ $x_1 < c$ ）にある存在パターンであると判定された場合（図2s4でNO）、歩行者は「通常歩行状態」にあると判定される（図2s6a）。

【0045】一方、高域（ $x_1 \geq c$ ）にプロットがある存在パターンであると判定された場合（図2s4でYES）、高域（ $x_1 \geq c$ ）にあるプロットのうち少なくとも一部が所定負域（ $x_2 \leq c$ ）にあるか、又は所定正域（ $x_2 \geq c$ ）にあるかが判定される（図2s5）。ここで所定負域（ $x_2 \leq c$ ）にプロットがある存在パターンであると判定された場合、歩行者は「下降歩行状態」にあると判定される（図2s6b）。また、所定正域（ $x_2 \geq c$ ）にプロットがある存在パターンであると判定された場合、歩行者は「上昇歩行状態」にあると判定される（図2s6c）。

【0046】歩行者の歩行が停止されない限り（図2s7でNO）、その歩行状態が歩行周期ごとに判定される（図2s1～s6）。そして、歩行状態の判定に基づいて制御ユニット24が脚体に付与されるトルクを決定し、第1、第2アクチュエータ221、222を介して当該トルクが付与される。

【0047】上述のように第1パラメータ $x_1$ は図3において関節H、K、Aが鉛直線上にある直立状態（点線）を基準とした股関節（脚体上端部）Hに対する足関節（脚体下端部）Aの高低差の変動量を表す。また、第 50

2パラメータ $x_2$ は直立状態を基準とした股関節（脚体上端部）Hに対する足関節（脚体下端部）Aの前後方向の変位量を表す。これら変位量は主として歩行者の脚体の着床位置に依存し、歩行者の足裏における着床箇所の相違や脚体の長短にはほとんど依存しない。

【0048】より詳細には、判定空間の高域 $\{x_1 \geq c\}$ におけるプロットの有無（図2s4参照）は、階段等の歩行のため脚体下端部が大きく変位しか否かに依存し、足裏における着床箇所の相違や脚体の長短にはほとんど依存しない。また、高域 $\{x_1 \geq c\}$ と、所定負閾 $\{x_2 \leq c_-\}$ 又は所定正域 $\{x_2 \geq c_+\}$ との重複領域におけるプロットの有無は階段等の上り下りのため脚体下端部が大きく変位したときに当該脚体下端部が前方にあるか後方にあるかに依存し、足裏における着床箇所の相違や脚体の長短にはほとんど依存しない。

【0049】このため、本装置1によれば、第1、第2パラメータ $x_1$ 、 $x_2$ により特定されるプロットの存在パターンは、歩行者の足裏における着床箇所の相違や脚体の長短に関わらず同一歩行状態で判定空間において略同一となる（図5（a）～図5（c）参照）。また、歩行状態判定にあたって圧力センサが組み込まれたような特殊な履物の着脱、これに伴う種々の配線の接続・解除という煩雑さを伴わない。従って、歩行者の足裏における着床箇所の相違や脚体の長短に関わらず、判定空間のプロット $(x_1, x_2)$ に基づいて歩行状態を簡易且つ的確に判定することができる。

【0050】なお、本実施形態では歩行者は人間であったが、他の実施形態として歩行者が二脚、四脚で歩行可能な様々な動物、人間型ロボット、動物型ロボットであってもよい。

【0051】本実施形態では股関節に対する足関節の位置関係を表すパラメータとして2つのパラメータ $x_1$ 、 $x_2$ が測定され、2次元の判定空間におけるプロットに基づいて歩行状態が判定されたが、他の実施形態として当該パラメータとして1つのパラメータ（例えば $x_1/x_2$ ）が測定され、1次元の判定空間におけるプロットに基づいて歩行状態が判定されてもよく、3つ以上のパラメータ（例えば、全ての脚体の $x_1$ 、 $x_2$ ）が測定され、3次元以上の判定空間におけるプロットに基づいて

歩行状態が判定されてもよい。

【0052】本実施形態ではプロットが判定空間のどの領域にあるかという存在パターンに応じて歩行状態が判定されたが、他の実施形態として1歩行周期等の所定周期にわたり判定空間に描かれるプロットの形状パターンに応じて歩行状態が判定されてもよい。

【0053】本実施形態では判定空間における3つの領域に対応する3つの歩行状態の別が判定されたが（図2s6a～6c、図4参照）、他の実施形態として判定空間がより多数の領域に区分され、各領域に対応するより多くの歩行状態の別が判定されてもよい。例えば、坂道の緩急や階段の高低差の程度をより多くの段階に区分して判定されれば、より緻密に歩行状態を判定することができる。そして、歩行補助装置2の制御ユニット24は、歩行者に対してどれだけのトルクを付与すべきかをより緻密な歩行状態判定に基づいて適切に決定することができる。

【0054】本実施形態では1歩行周期が経過するとに歩行状態が判定されたが（図2s3参照）、他の実施形態として定常的に歩行状態が判定されてもよい。例えば、判定空間においてプロット $(x_1, x_2)$ が領域 $\{x_1 \geq c_+, x_2 \geq c_+\}$ にあると判定された直後に歩行者が「上昇歩行状態」にあると判定されたり、領域 $\{x_1 \leq c_-, x_2 \geq c_+\}$ にあると判定された直後に歩行者が「下降歩行状態」にあると判定されてもよい。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態の歩行状態測定装置の構成説明図

【図2】本実施形態の歩行状態測定方法の手順説明図

【図3】本実施形態における第1、第2パラメータの測定方法説明図

【図4】本実施形態における判定空間と歩行状態との対応関係説明図

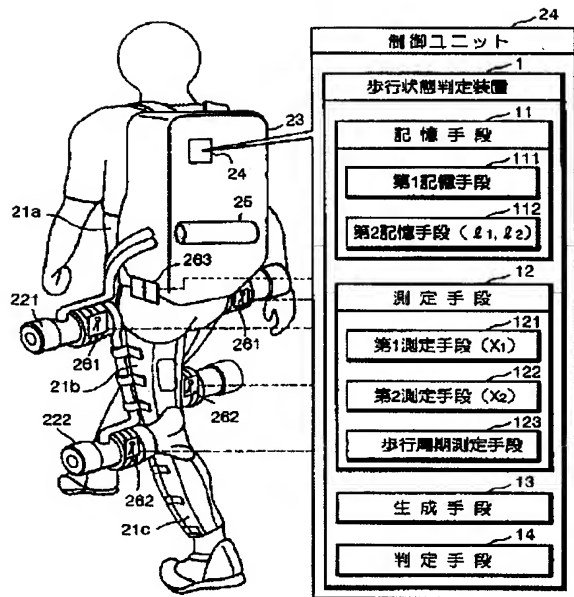
【図5】本実施形態における歩行状態判定結果の説明図

【符号の説明】

1…歩行状態判定装置、111…第1記憶手段、112…第2記憶手段、121…第1測定手段、122…第2測定手段、123…歩行周期測定手段、13…生成手段、14…判定手段、261、262…角度センサ、263…Gセンサ

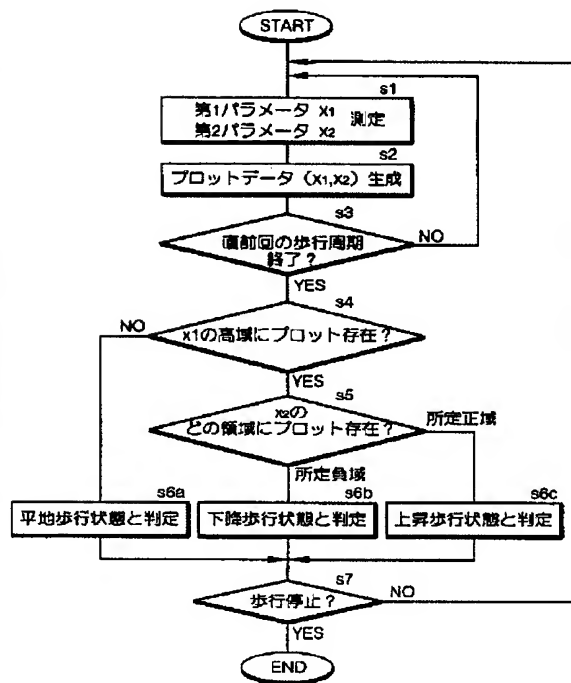
【図1】

FIG. 1



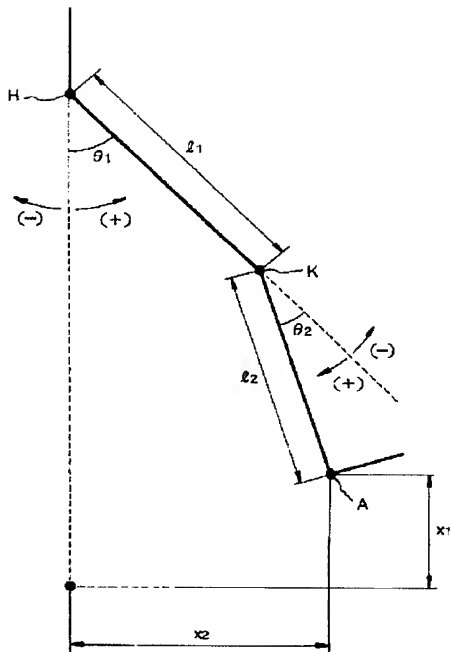
【図2】

FIG. 2



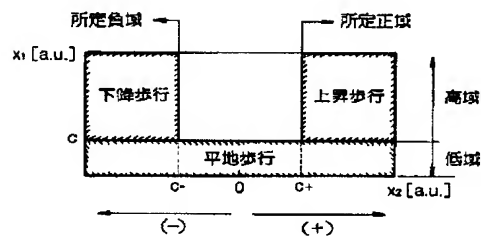
【図3】

FIG. 3



【図4】

FIG. 4





【図5】

FIG. 5 (a)

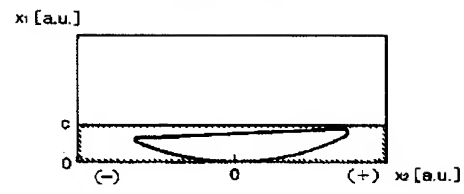


FIG. 5 (b)

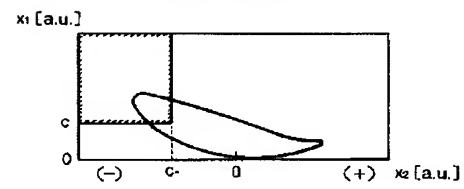


FIG. 5 (c)

